

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-17-21

Логанина В.И.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*E-mail: loganin@mail.ru

НАДЕЖНОСТЬ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы надежности контроля качества строительных материалов и изделий. Структурная схема надежности контроля строительных материалов представлена как комбинация последовательно соединенных технологических операций. Цель работы – оценить нормативную обеспеченность контроля качества производства строительных материалов и изделий. Представлена структурная схема контроля качества бетонных блоков для стен подвалов. На примере блоков бетонных для стен подвалов приведена оценка нормативной обеспеченности показателей качества продукции. Установлено, что обеспеченность качества блоков бетонных для стен подвалов ФБС, если все параметры производства и показатели качества соответствуют требованиям нормативных документов и условию: математическое ожидание находится в середине поля допуска на продукцию и в поле допуска находятся $\pm 3\sigma$ составляет 0,9576, а вероятность появления брака – 4,238 %. Рассмотрено влияние разброса показателей на обеспеченность качества. Выявлено, что при возрастании значения среднеквадратического отклонения до значения, что в поле допуска находятся $\pm 2,5\sigma$, обеспеченность качества уменьшается и составляет 0,8092, а вероятность появления брака – 19,08 %. Показано, что повышению качества изделий будет способствовать применение на предприятии методологии «шесть сигм».

Ключевые слова: контроль продукции, обеспеченность качества, структурная схема надежности, вероятность брака.

Введение. Проблема повышения качества строительных материалов и изделий является одной из актуальных. Реализация потребителю некачественной продукции приводит к неблагоприятным социальным и экономическим последствиям, а также напрямую связана с безопасностью населения. Обеспечение поступления на рынок качественной продукции связано с соблюдением требований нормативных документов на эту продукцию [1]. Однако, существующая в настоящее время система контроля качества строительных материалов и изделий, предусматривающая проведение входного, операционного и приемочного контроля, не предусматривает оценку достоверности контроля показателей качества продукции [2–4].

Одним из методов, часто используемых при анализе рисков технических и технологических систем, является метод структурной схемы надежности (ГОСТ Р 51901.14-2005). Общие принципы оценки риска технологических систем регламентированы ГОСТ Р 51901-2002 "Управление надежностью. Анализ риска технологических систем". Метод позволяет строить модели технической и технологической систем и оценивать вероятности возможных благоприятных и неблагоприятных событий.

Технологический процесс производства строительных материалов и изделий может быть представлен моделью, включающей:

- входные параметры;
- влияющие регулируемые параметры;

- влияющие нерегулируемые параметры;
- выходные параметры.

Под входными параметрами понимаются параметры сырья, материалов и комплектующих изделий, из которых производится продукция. Под влияющими регулируемыми параметрами понимаются параметры и показатели состояния технологического оборудования, энергии, технологические параметры (температура и влажность, время обработки и т.д.). Под влияющими нерегулируемыми параметрами понимаются параметры, имеющие случайную природу и оказывающих влияние на технологический процесс. Сюда относятся износ оборудования, колебания температуры дисциплинарные нарушения и т.д. Именно параметры этой группы вызывают те значительные колебания в показателях точности и стабильности технологических процессов, которые, в свою очередь, вызывают колебания в качестве производимой продукции [5–8].

Под выходными параметрами понимаются показатели качества продукции: функциональные параметры, эксплуатационные показатели или потребительские свойства [9].

Для определения соответствия или несоответствия фактического состояния производства требованиям нормативных документов проводят проверку:

- соответствия показателей и основных характеристик продукции требованиям нормативной документации;

- соответствия технологических процессов её изготовления;
- проверку материалов, сырья.

Структурную схему надежности контроля строительных материалов можно представить как комбинацию последовательно соединенных элементов [10–12]. Вероятность безотказной работы системы контроля с последовательным соединением элементов при независимости их отказов $P(t)$ равна произведению вероятностей безотказной работы элементов:

$$P(t) = p_1(t)p_2(t) \dots p_n(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) \quad (1)$$

где p_i – вероятность безотказной работы i -го элемента; n – количество последовательно соединенных элементов; t – время работы.

Технологический процесс изготовления продукции должен обеспечивать необходимую точность и стабильность [13-15]. Рекомендации по оценке точности и стабильности технологических процессов (оборудования) изложены в нормативном документе Р 50-601-20-91 «Рекомендации по оценке точности и стабильности технологических процессов (оборудования)».

Оценка точности и стабильности технологических процессов производится с использованием полученных выборочных статистических

характеристик через сопоставление их с установленным в научно-технической документации полем допуска Δ на параметр [16-18] :

$$K = \frac{6\sigma}{\Delta} \quad (2)$$

где Δ – поле допуска на параметр; σ – среднее квадратическое отклонение в фиксированный момент времени t_1 .

При правильной настройке технологического процесса математическое ожидание должно соответствовать середине поля допуска Δ , задаваемого в нормативно-технической документации на продукцию верхней и нижней границами T_v и T_n . При этом в поле допуска находятся $\pm 3\sigma$.

Материалы и методы. Рассмотрим структурную схему надежности бетонных блоков для стен подвалов ФБС в соответствии с ГОСТ 27.202-83 «Надежность в технике (ССНТ). Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции». Контроль производства включает входной, операционный и приемочный. На рис. 1 приведены структурная схема контроля блоков бетонных для стен подвалов ФБС (ГОСТ 13579-2018 Блоки бетонные для стен подвалов).

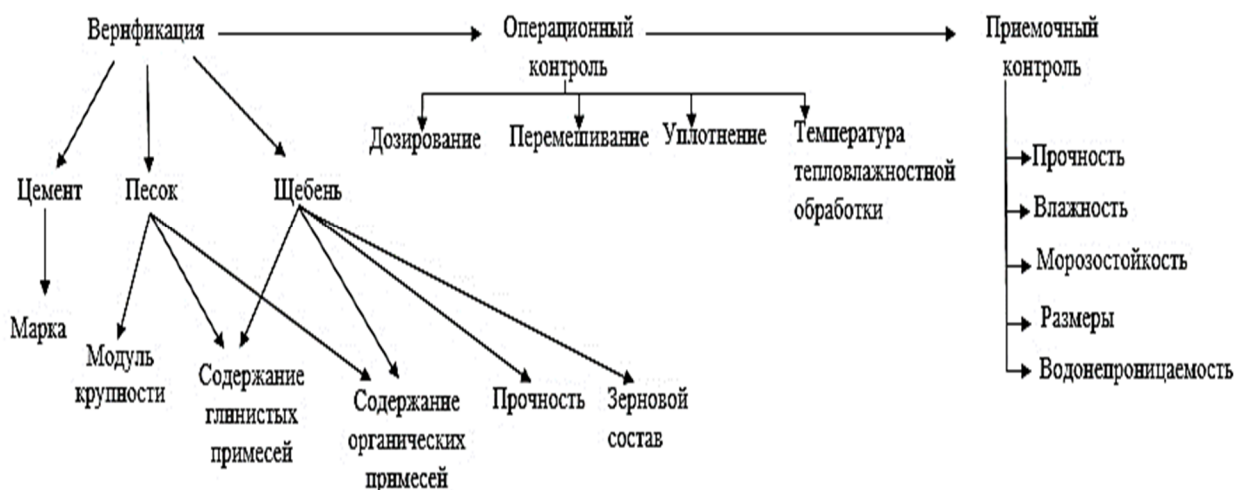


Рис. 1. Структурная схема контроля качества бетонных блоков

Вероятность безотказной работы была рассчитана в соответствии с формулой (1).

Результаты. В табл.1 приведены значения надежности контроля качества продукции при различном соотношении среднеквадратического отклонения σ в поле допуска Δ .

Установлено, что надежность контроля качества блоков ФБС, если все параметры производства и показатели качества соответствуют условию: математическое ожидание находится в

середине поля допуска m на продукцию и в поле допуска находятся $\pm 3\sigma$, составляет 0,9576, а вероятность появления брака – 4,238%. Если разброс показателей увеличивается и в поле допуска находятся $\pm 2,5\sigma$, надежность контроля качества составляет 0,8092, а вероятность появления брака – 19,08%. Если на каком-то этапе (входной, операционный или приемочный) контроля в поле допуска находятся $\pm 2,5\sigma$, то надежность

контроля качества составляет от 0,89 до 0,92, а вероятность появления брака – от 7,91 до 11,91%.

Повышению качества изделий будет способствовать применение на предприятии методологии «шесть сигм», предусматривающей в том

числе уменьшение числового значения среднеквадратического отклонения σ [19-20]. Результаты расчета показывают, что если в поле допуска находятся $\pm 4\sigma$, то вероятность появления брака составляет 0,128%.

Таблица 1

Надежность контроля показателей качества блоков при различных состояниях производства

| Вид контроля | Надежность контроля качества блоков при условии, что в поле допуска находятся | | | Надежность контроля качества блоков при условии, что в поле допуска находятся при входном контроле | Надежность контроля качества блоков при условии, что в поле допуска находятся при операционном контроле | Надежность контроля качества блоков при условии, что в поле допуска находятся при приемочном контроле |
|----------------------|---|-----------------|---------------|--|---|---|
| | $\pm 3\sigma$ | $\pm 2,5\sigma$ | $\pm 4\sigma$ | | | |
| Входной | 0,9812 | 0,9164 | 0,9994 | 0,9164 | 0,9812 | 0,9812 |
| Операционный | 0,9892 | 0,9513 | 0,9996 | 0,9892 | 0,9513 | 0,9892 |
| Приемочный | 0,9866 | 0,9282 | 0,9996 | 0,9866 | 0,9866 | 0,9282 |
| Итого | 0,9576 | 0,8092 | 0,9987 | 0,8943 | 0,9209 | 0,90 |
| Вероятность брака, % | 4,238 | 19,08 | 0,128 | 10,571 | 7,91 | 10 |

Выводы. Установлено, что при соблюдении требований нормативной документации надежность контроля показателей качества блоков бетонных для стен подвалов составляет 0,9576, а вероятность появления брака 4,238 %.

Выявлено, что уменьшение числового значения среднеквадратического отклонения до такого значения, что в поле допуска находятся $\pm 4\sigma$, приводит к повышению надежности контроля качества до 0,9987 и снижению вероятности появления брака до 0,128%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логанина В.И., Карпова О.В., Макарова Л.В. Управление качеством на предприятиях стройиндустрии. Москва: АСВ, 2008. 215 с.
2. Omair A. Sample size estimation and sampling techniques for selecting a representative sample. J. Health Spec. 2014. 2. Pp. 142–147.
3. Ramsey C.A., Hewitt A.D. A methodology for assessing sample representativeness. Scandinavian Journal of Statistics. 2014. 41 (2). Pp. 277-290
4. Kruskall W., Mosteller F. Representative sampling. Int. Stat. Rev. 1979. 47. Pp. 13–24.
5. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. Москва : Издательство Юрайт, 2020. 479 с.
6. Шиндловский Э., Щюрц О. Статистические методы управления качеством. Москва: Мир, 1976. 598с.
7. Song P.S., Wu J.C., Hwang S., Sheu B.C. Assessment of statistical variations in impact resistance of high-strength concrete and high-strength steel fiber-reinforced concrete. Cement and Concrete Research, 2005. 35(2). Pp. 393–399.
8. Адлер Ю.П., Розовский Б.Л. Оперативное статистическое управление качеством. Москва: Знание, 1984. 102 с.
9. Bartlett F.M. Precision of in-place concrete strengths predicted using core strength correction factors obtained by weighted regression analysis. Structural Safety. 1997. 19(4). Pp. 397–410.
10. Серых В.И., Порватов С.П., Сединин В.И. Многопараметрический контроль продукции: достоверность и затраты // Методы менеджмента качества. 2010. №5. С. 48–52.
11. Логанина В.И., Круглова А.Н. Достоверность контроля качества строительных материалов и изделий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 16–18.
12. Логанина В.И. К вопросу о регулировании технологических процессов производства бетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. № 3-4 (603-604). С. 42–45.

13. Рубичев Н.А., Фрумкин В.Д. Достоверность допускового контроля качества. Москва: Изд-во стандартов, 1990. 172 с.

14. Хаммельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. Москва: Мир. 1973. 957с.

15. Loganina V.I., Skachkov Yu.P., Lesovik V.S. Quality Control of Building Materials According to Uncertainty of Measurement and Stability of the Technological Process of Production. Solid State Phenomena. 2019. 299. Pp. 1161–1165.

16. Lin M., Lucas H.C., Shmieli G. Research commentary: Too big to fail: large samples and the p-value problem. Inform. Syst. Res., 2013. 24, Pp. 906-917.

17. Kruskall W., Mosteller F. Representative sampling. Int. Stat. Rev. 1979. 47. Pp. 13–24.

18. Болдырев И.В., Селиванова Т.Я., Шевелева В.И. Управление рисками и возможностями в испытательной лаборатории // Стандарты и качество. 2018. №12. С. 4–12.

19. Фрумкин В.Д., Рубичев Н.А., Котляр А.Б. Достоверность контроля средств радиоизмерений и контрольные допуски. Москва: Изд-во стандартов, 1975. 86 с.

20. Логанина В.И. Организация статистического приемочного контроля качества строительных изделий и конструкций // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 98–99.

Информация об авторах

Логанина Валентина Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры «Управление качеством и технология строительного производства». E-mail: loganin@mail.ru. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Россия, 440028 Пенза, ул. Германа Титова, 28.

Поступила 29.09.2020 г.

© Логанина В.И., 2020

Loganina V.I.

Penza State University of Architecture and Construction

E-mail: loganin@mail.ru

RELIABILITY OF QUALITY CONTROL OF BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS

Abstract. The article deals with the issues of reliability of quality control of building materials and products. The structural diagram of the reliability of control of building materials is presented as a combination of series-connected technological operations. The purpose of the work is to assess the regulatory security of quality control of the production of building materials and products. The block diagram of quality control of concrete blocks for basement walls is presented. On the example of concrete blocks for basement walls, an assessment of the normative provision of product quality indicators is given. It has been established that the quality assurance of concrete blocks for FBS basement walls if all production parameters and quality indicators meet the requirements of regulatory documents and the condition: the mathematical expectation is in the middle of the product tolerance field and $\pm 3\sigma$ in the tolerance field is 0.9576, and the probability the appearance of marriage - 4.238%. The influence of the spread of indicators on the quality assurance is considered. It is found that with an increase in the value of the standard deviation to a value that is within the tolerance range of $\pm 2.5\sigma$, the quality assurance decreases and amounts to 0,8092, and the probability of the appearance of defects is 19.08 %. It is shown that the application of the Six Sigma methodology at the enterprise will contribute to improving the quality of products.

Keywords: product control, quality assurance, structural diagram of reliability, probability of rejection

REFERENCES

1. Loganina V.I., Karpova O.V., Makarova L.V. Quality management at construction industry enterprises [Upravlenie kachestvom na predpriyatiyah strojindustrii: monografiya]. Moscow: ASV, 2008. 215 p. (rus)

2. Omair A. Sample size estimation and sampling techniques for selecting a representative sample. J. Health Spec. 2014. 2. Pp. 142–147.

3. Ramsey C.A., Hewitt A.D. A methodology for assessing sample representativeness. Scandinavian Journal of Statistics. 2014. 41 (2). Pp. 277–290.

4. Kruskall W., Mosteller F. Representative sampling. Int. Stat. Rev. 1979. 47. Pp. 13–24.

5. Gmurman V.E. Probability theory and mathematical statistics: textbook for universities [Gmurman, V. E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: uchebnik dlya vuzov]. Moscow: Yurayt Publishing House. 2020. 479 p. (rus)

6. Shindlovsky E., Shchurts O. Statistical methods of quality management [Statisticheskie metody upravleniya kachestvom: monografiya]. Moscow: Mir, 1976. 598 p. (rus)

7. Song P.S., Wu J.C., Hwang S., Sheu B.C. Assessment of statistical variations in impact resistance of high-strength concrete and high-strength steel fiber-reinforced concrete Cement and Concrete Research, 2005. 35(2). Pp. 393–399.
8. Adler Yu.P., Rozovsky B.L. Operational statistical quality management [Operativnoe statisticheskoe upravlenie kachestvom: monografiya]. Moscow: Knowledge, 1984. 102 p. (rus)
9. Bartlett F.M. Precision of in-place concrete strengths predicted using core strength correction factors obtained by weighted regression analysis. Structural Safety. 1997. 19(4). Pp. 397–410.
10. Serykh V.I., Porvatov S.P., Sedinin V.I. Multiparametric control of products: reliability and costs [Mnogoparametricheskij kontrol' produkcii: dostovernost' i zatraty]. Methods of quality management. 2010. No. 5. Pp. 48–52.
11. Loganina V.I., Kruglova A.N. Reliability of quality control of building materials and products [Dostovernost' kontrolya kachestva stroitel'nyh materialov i izdelij]. Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2014. No. 2. Pp. 16–18 (rus)
12. Loganina V.I. On the issue of regulation of technological processes of concrete production [K voprosu o regulirovanii tekhnologicheskikh processov proizvodstva betona]. Izvestia of higher educational institutions. Building. 2009. No. 3–4 (603–604). Pp. 42–45 (rus)
13. Rubichev N.A., Frumkin V.D. Reliability of tolerance quality control [Dostovernost' dopuskovogo kontrolya kachestva: monografiya]. Moscow: Publishing house of standards, 1990, 172 p. (rus)
14. Hammelblau D. Analysis of processes by statistical methods [Analiz processov statisticheskimi metodami: monografiya]. Moscow: Mir, 1973. 957 P. (rus)
15. Loganina V.I., Skachkov Yu.P., Lesovik V.S. Quality Control of Building Materials According to Uncertainty of Measurement and Stability of the Technological Process of Production. Solid State Phenomena. 2019. 299. Pp. 1161–1165.
16. Lin, M., Lucas, H.C., Shmieli, G. Research commentary: Too big to fail: large samples and the p-value problem. Inform. Syst. Res. 2013. 24. Pp. 906–917.
17. Kruskal W., Mosteller F. Representative sampling. Int. Stat. Rev. 1979. 47. Pp. 13–24.
18. Boldyrev I.V., Selivanova T.Ya., Sheveleva V.I. Risk and Opportunity Management in a Testing Laboratory [Upravlenie riskami i vozmozhnostyami v ispytatel'noj laboratorii]. Standards and Quality. 2018. No. 12. Pp. 4–12. (rus)
19. Frumkin V.D., Rubichev N.A., Kotlyar A.B. Reliability of control of radio measuring instruments and control tolerances [Dostovernost' kontrolya sredstv radioizmerenij i kontrol'nye dopuski: monografiya]. Moscow: Publishing house of standards, 1975. 86 p. (rus)
20. Loganina V.I. Organization of statistical acceptance control of the quality of building products and structures [Organizaciya statisticheskogo priemnochnogo kontrolya kachestva stroitel'nyh izdelij i konstrukcij]. Stroitel'nye materialy. 2008. No. 8. Pp. 98–99 (rus)

Information about the authors

Loganina, Valentina I. DSc, Professor of the Department of Quality Management and Construction Production Technology. E-mail: loganin@mail.ru. Penza State University of Architecture and Construction. Russia, 440028 Penza, German Titovst., 28.

Received 29.09.2020

Для цитирования:

Логанина В.И. Надежность контроля качества строительных материалов и изделий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 12. С. 17–21. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-17-21

For citation:

Loganina V.I. Reliability of quality control of building materials and products. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 12. Pp. 17–21. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-17-21